



AUSGEGEBEN AM  
14. MÄRZ 1957

DEUTSCHES PATENTAMT

# PATENTSCHRIFT

Nr. 959 861

KLASSE 45k GRUPPE 107

INTERNAT. KLASSE A 01m ———

F 8262 III/45k

The Marcelle Fleischmann Foundation, Inc., Baltimore, Md. (V. St. A.)

## Vorrichtung zum Vernichten von Insekten einer bestimmten Art

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 3. Februar 1952 an

Patentanmeldung bekanntgemacht am 20. September 1956

Patenterteilung bekanntgemacht am 21. Februar 1957

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Vernichten von Insekten einer bestimmten Art, z. B. von Moskitos und anderen Insekten, welche Träger von Krankheiten sind oder die Vernichtung oder Schädigung landwirtschaftlicher Ernten verursachen, und zwar durch Anlocken und Töten des einen Geschlechts der Arten, z. B. der Männchen.

Die Erfindung wird darin gesehen, daß Einrichtungen zum Aussenden von für diese Insektenart charakteristischen und daher diese Insekten anlockenden Tönen vorgesehen sind, in Verbindung mit Einrichtungen zum Abtöten der auf diese Weise angelockten Insekten.

Bisher zur Vernichtung von Insektenplagen angewendete Mittel sind im wesentlichen nicht auswählend gewesen mit dem Ergebnis, daß nützliche Insekten, z. B. die Honigbienen, mit schädlichen Insekten, z. B. Moskitos, Fliegen, Stechmücken, Heuschrecken usw., vernichtet wurden. Dieser Übelstand wird durch die Erfindung überwunden.

Die von den Insekten erzeugten Töne liegen in Frequenzen im Bereich von den unteren hörbaren Frequenzen bis zu Ultraschallfrequenzen. Es gibt jedoch auch viele Insektenarten, die Töne aussenden, welche im wesentlichen aus den Grundfrequenzen innerhalb des Hörbereichs zusammengesetzt sind.

In der folgenden Beschreibung werden Moskitos besonders erwähnt, da diese Insekten von besonderem Interesse für uns sind wegen ihres Vermögens, viele tropische Krankheiten, wie Malaria, Denguefieber, gelbes Fieber, Filariasis und viele anderen Krankheiten, zu übertragen. Jedoch können die hier beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen zur Vernichtung von Moskitos in geeigneter Weise abgeändert werden, um wirksam andere Schädlinge, wie Fliegen, Stechmücken, Käfer, Heimchen, Laubheuschrecken, Heuschrecken, Zikaden, Tsetsefliegen, und andere Gliederfüßer von medizinischer und landwirtschaftlicher Bedeutung zu vernichten.

Es wurde gefunden, daß jede Art von Insekten einer besonderen Gattung einen eigentümlichen und identifizierbaren Ton aussendet, d. h., die verschiedenen Arten innerhalb einer besonderen Insekten-gattung senden Töne aus, welche diesen besonderen Arten eigentümlich sind. Dies wird nicht nur als zutreffend für viele Mosquitoarten, sondern auch für viele andere Insektenformen angenommen. Moskitos verschiedener Arten können z. B. durch ein geübtes Ohr leicht an dem von ihnen erzeugten Ton erkannt werden. Der von Moskitos ausgesandte Ton besteht aus einer besonderen an Harmonischen reichen und gewöhnlich bei einer sehr niedrigen Frequenz modulierten Grundfrequenz. Die Grundfrequenz des Tones der verschiedenen Mosquitoarten liegt im unteren Teil des Hörbereichs zwischen etwa 250 und 750 Schwingungen pro Sekunde. In einigen von Moskitotönen aufgenommenen Spektrogrammen sind bis zu 15 verschiedene Frequenzbänder erkennbar, einige bedeutend stärker ausgesprochen als andere. Die Grundfrequenz ist oft nicht die dominierende Frequenz. Alle Moskitotöne haben Schwebungen. Einige Arten zeigen Töne mit einem einfachen Trilleranteil, und andere zeigen eine Doppeltrillermodulation. Der Ton der Männchen einer besonderen Art von Moskitos ist vom Ton der Weibchen verschieden, wobei die dominierende Frequenz oft etwas höher ist, wenn auch mit sehr geringem Unterschied in der Grundfrequenz. Männliche Töne sind gewöhnlich gebrochener als die weiblichen.

Wegen des hohen Gehalts der Moskitotöne an Harmonischen und ihrer besonderen Modulation ist es schwierig, den Ton zu analysieren und künstlich zu verstärken. Versuche zeigen jedoch, daß die Männchen einer besonderen Mosquitoart empfindlich sind für Töne, welche nur die dominierenden Frequenzen des Tones der Weibchen der gleichen Art enthalten.

Zur Erzielung sehr befriedigender und wirksamer Ergebnisse beim Anlocken männlicher Moskitos auf eine Moskitofalle hin wird der wirkliche Ton eines Moskitoweibchens benutzt. Wegen der Schwierigkeit der Verwendung des unmittelbar verstärkten Tones eines Moskitoweibchens als Lockmittel wurde es als zweckmäßiger gefunden, den Ton eines Moskitoweibchens auf eine Schallplatte oder ein Tonband aufzunehmen, welche Aufnahmen dann nach Wunsch verstärkt und wieder-

gegeben werden können. Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Aufnahme und Wiedergabe von Insektentönen werden im nachstehenden beschrieben.

Von den Zeichnungen, worin gleiche Bezugszeichen gleiche Teile bezeichnen, stellen dar:

Fig. 1 eine Ansicht teils im Schnitt und teils im Aufriß einer Mikrophon- und Tonkammeranordnung,

Fig. 2 einen Schaltplan zur Aufnahme eines Insektentones,

Fig. 3 eine Ansicht im Aufriß des Mikrophons von Fig. 1,

Fig. 4 eine Ansicht im Aufriß der Tonkammer von Fig. 1,

Fig. 5 eine Festhalteklammer für das Mikrophon von Fig. 3 und die Tonkammer von Fig. 4,

Fig. 6 einen Insektenschirm zum Schließen der Öffnung der Tonkammer von Fig. 4,

Fig. 7 eine vergrößerte Aufsicht auf die akustische Abschirmung von Fig. 1,

Fig. 8, 9 und 10 abgeänderte Einrichtungen zur Wiedergabe von Insektentönen,

Fig. 11 und 12 wirksame, an sich bekannte Anordnungen zum Töten der angelockten Insekten.

In Fig. 1 ist eine Mikrophon- und Tonkammeranordnung, allgemein mit 10 bezeichnet, in einem Behälter 12 untergebracht, welcher mittels einer Kappe 14 abgedichtet ist. Diese Kappe ist zum akustischen Abschirmen der Anordnung von der umgebenden Atmosphäre auf den Behälter geschraubt.

Das einzelne Insekt, dessen Ton aufgenommen werden soll, wird in die Kammer 16 der Anordnung 10 gebracht, und ein Mikrophon 18 wird dicht an die Öffnung 17 (Fig. 4) der Kammer zwecks optimaler Tonübertragungswirkung herangebracht. Um das Insekt in der Aufnahmekammer zu halten, wird ein feines Maschennetz 20 über deren Öffnung zwischen der Kammer und dem Mikrophon angebracht und an der Kammer in geeigneter Weise, z. B. durch ein Gummiband, befestigt. Die in Fig. 4 gezeigte Tonkammer 16 besteht aus einer Glasglocke, deren Größe von der Größe des darin eingeschlossenen Insekts abhängt und welche so klein wie möglich gemacht werden sollte, wobei naturgemäß Rücksicht auf die erforderliche freie Beweglichkeit des Insekts genommen werden muß. Das in Fig. 6 gezeigte Maschennetz zum Bedecken der Kammer sollte ausreichend fein sein, um das Entkommen des Insekts zu verhindern. Das zur Aufnahme des Tones des Insekts verwendete Mikrophon 18 kann von der in Fig. 3 angegebenen Art sein. Das Mikrophon ist mit einem mit Gewinde versehenen hohlen Stift 24 zum Einschrauben in eine mit Gewinde versehene mittlere Bohrung in der Kappe 14 ausgerüstet, um in bequemer Weise Mikrophon und Tonkammeranordnung an der Kappe 14 zum Einhängen in den Behälter 12 befestigen zu können. Eine akustische Abschirmung 22, welche aus einem Stoff wie Gummi hergestellt sein kann und flach ausgelegt in Fig. 7 gezeigt ist, kann rund um die Aufnahmekammer 16 und das Mikrophon 18 gewickelt sein, wie bei 10 in Fig. 1 gezeigt ist, und durch eine zylindrische Klammeranordnung 25 in

ihrer Lage gehalten werden, um Verlust an Tonenergie aus der Kammer zu verhindern und die Kammer und das Mikrophon gegen die Geräusche der Umgebung abzuschirmen.

- 5 Theoretisch ist die beste geometrische Form für eine Tonkammer eine Kugel, da diese die kleinste äußere Oberfläche für das größte innere Volumen aufweist. Jedoch hat die gezeigte zylindrische Kammer die praktischste geometrische Form und besitzt, wie festgestellt wurde, zufriedenstellende  
10 akustische Eigenschaften. Da der Energiegehalt von Moskitotönen sehr niedrig, von der Größenordnung von  $10^{-18}$  Watt bei einigen Arten, ist, ist es notwendig, die Tonkammer mit mehr als  
15 60 Dezibel bei 800 Schwingungen/Sekunde zu isolieren, was mit der hier beschriebenen Tonkammer erreicht wurde. Wenn zusätzlich akustische Isolierung für erwünscht befunden wird, kann der Behälter 12 noch in eine weitere Umhüllung gesteckt werden. Bei dem Entwurf einer solchen Umhüllung sollte die übliche Aufeinanderfolge akustischer Elemente zwecks größerer akustischer Wirksamkeit beachtet werden. So sollte die Außenseite der Umhüllung stark tonreflektierend sein, ferner ein  
20 stark tonabsorbierendes Material genommen werden usw., bis die gewünschte akustische Isolierung erreicht ist. Wenn hohe Wirksamkeit der Umwandlung des Insektentones in eine elektrische Schwingungsform erhalten werden soll, ist es offenbar, daß das Verhältnis der elektrischen, vom Mikro-  
30 phon gelieferten Schwingung zu Fremdgeräuschen wirksam durch weitere Verringerung der Geräusche der Umgebung mit Hilfe einer Verbesserung des akustischen Filters verbessert wird.

- 35 Bei der Auswahl eines Mikrophons ist es wichtig, daß es gut auf hohe Frequenz und ziemlich schlecht auf niedere Frequenz anspricht sowie eine geometrische Gestalt hat, welche es zum dichten Verbinden mit der Kammer geeignet macht.

- 40 Die für die Verstärkung der von dem Mikrophon aufgenommenen Schwingung benutzten Verstärker können von jeder modifizierten handelsüblichen Art für sehr treue Wiedergabe mit geeigneter Verstärkung sein — im Falle von Moskitos mit einer  
45 Gesamtverstärkung von mehr als 160 Dezibel — und mit dem besten erhaltbaren Verhältnis von elektrischer Schwingung zu Fremdgeräuschen. Die Schwingung nach der letzten Verstärkerstufe sollte ein Verhältnis von mindestens 40 Dezibel aufweisen, um gute, klare Ausstrahlung zu sichern.

- 50 Das in Fig. 2 wiedergegebene Verstärker- und Aufnahmesystem umfaßt im allgemeinen das Aufnahmehinmikrophon 18, eine Hochverstärkerstufe 26, eine veränderliche starke Dämpfung 28, eine zweite  
55 Verstärkerstufe 30, eine unveränderliche niedrige Dämpfung 32, eine dritte Verstärkerstufe 34 und ein Aufnahmegerät 36. Die veränderliche Dämpfung 28 wird als Dämpfungswiderstand für das System verwendet. Die niedrige Dämpfung 32 wurde eingefügt, um die Frequenzcharakteristik des Verstärkersystems zu verbessern. Die Frequenzansprache des Verstärkers sollte etwas nach oben gerichtet sein wegen der spektralen Energie-

verteilung der Moskitotöne. Die Hochenergieanteile sind in dem Hörfrequenzspektrum höher  
65 gelegen, und es sind mehr Tonübergänge als z. B. in der menschlichen Stimme vorhanden. Eine 6 Dezibel pro Oktave betragende Verstärkung wurde als zufriedenstellend gefunden.

Gute Aufnahmeergebnisse werden durch Verwendung einer hochqualifizierten Aufnahmeaus-  
70 rüstung mit Aufschreiben auf gewöhnliche Acetatplatten erhalten. Jedoch können auch andere zufriedenstellende Aufnahmemittel, z. B. Magnettonbänder, benutzt werden.

Das Aufnehmen des Tones des Moskitos oder eines anderen Insekts sollte begonnen werden, nachdem das in der Tonkammer eingeschlossene Insekt mehrere Male innerhalb weniger Sekunden ge-  
80 geirrt oder seine charakteristischen Töne ausgesandt hat, was z. B. im Falle von Anopheles albimanus gewöhnlich bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang stattfindet. Die Platten mit den Aufnahmen sollten herausgenommen werden, um eine Wiederholung zu vermeiden. Ausgewählte  
85 Teile sollten dann nochmals aufgenommen werden unter Wiederholung einer ausgewählten Aufeinanderfolge, bis die Platte gefüllt ist. So kann z. B. durch Verwendung eines üblichen Plattenwechslers das Aufgenommene solange wie es gewünscht  
90 wird, wiederholt werden. Eine erhebliche Anzahl solcher Aufnahmen wurde bereits gemacht und ist verfügbar.

Um nun Männchen oder Weibchen einer zu vernichtenden Insektenart in eine Insektenfalle zu  
95 locken, wird eine solche Aufnahme ununterbrochen während der normalen Aktivitätsperiode der betreffenden Insektenart abgespielt, und der aufgenommene Ton wird verstärkt und von einem hinter der Falle angeordneten Lautsprecher hoher Quali-  
100 tät ausgestrahlt.

In Fig. 8 ist solch ein Wiedergabesystem dargestellt, bestehend aus einem Abspielgerät 36, einem Tonverstärker 38 und einem Lautsprecher 40. Wenn gewünscht wird, eine Vielzahl von Insekten-  
105 fallen mit Tonsignalen als Köder zu versehen, kann die Aufnahme über eine Rundfunksendestation gesendet und durch einen handelsüblichen Empfänger 42 mit Lautsprecher 44, wie in Fig. 9 gezeigt, wiedergegeben werden. Fig. 10 zeigt ein System  
110 zum Übertragen eines künstlichen Insektentones, wie er in einem Tonerzeuger 46 entwickelt, durch Verstärker 48 verstärkt und durch Lautsprecher 50 ausgestrahlt wird.

Verschiedene Mittel und Verfahren können zum  
115 Fangen und Töten der durch den gesendeten Ton angelockten Insekten gebraucht werden. Vorzugsweise werden die Insekten durch einen elektrischen Schirm getötet, obwohl auch andere Verfahren zum Töten, z. B. durch Bestrahlung, durch chemische  
120 Mittel, wie mittels eines insektentötenden Sprühmittels oder Nebels, durch mechanische Mittel, z. B. Zerquetschen, Festkleben oder durch Fallen, oder durch offenes Feuer in Abhängigkeit von den besonderen Orten, geeigneter gefunden werden  
125 können. Wenn es gewünscht wird, die angelockten

und getöteten Insekten zu untersuchen, sollten sie durch ein Verfahren getötet werden, welches sie nicht verstümmelt.

Eine an sich bekannte, nicht zur Erfindung gehörende Ultraschallinsektenfalle ist in Fig. 11 gezeigt. Ein Ultraschallerzeuger, z. B. eine luftbetätigte Hartmann-Pfeife 52, ist im Brennpunkt eines Sammelreflektors 54 angeordnet, welcher mit einem Lautsprecher 56 auf einer Stütze 57 angebracht und so eingerichtet ist, daß der Weg des Schallstrahlers den Weg der zu dem Lautsprecher hin wandernden Insekten schneidet. Ultraschallstrahlung von der richtigen Wellenform, Tonhöhe und Stärke wirkt tödend auf Insekten, während sie ganz harmlos für Menschen und größere Tiere ist. An Stelle der Hartmann-Pfeife können natürlich andere Arten von Ultraschallerzeugern verwendet werden. Es können mehrere Gruppen aus Ultraschallerzeugern und Reflektoren benutzt werden, um ein den Lautsprecher völlig einschließendes Ultraschallfeld zu erhalten.

Eine andere, ebenfalls bekannte, nicht zur Erfindung gehörende, geeignete Insektenfalle ist in Fig. 12 dargestellt. Sie besteht aus einem Lautsprecher 58, welcher innerhalb eines Drahtschirmes aus voneinander entfernten Drähten 60 angeordnet ist, wobei zwischen je zwei Drähten ein hoher Spannungsabfall besteht. Die Insekten werden beim Berühren zweier Drähte getötet. Das Potential zwischen zwei Drähten kann aber auch so groß gemacht werden, daß die Insekten getötet werden, ohne die Drähte zu berühren. In diesem Falle ist es belanglos, ob die Insekten zwischen den Drähten hindurchgehen, ohne einen zu berühren, oder ob sie einen oder zwei der Drähte berühren. Wenn ein Insekt zwischen zwei voneinander entfernten Drähten hindurchgeht, wird die Spannung zuerst bis zu dem Punkt vergrößert, bei dem ein Funke infolge der hohen Spannung überspringt, worauf anschließend die Spannung dann etwas verringert wird, z. B. um 5 %.

Somit verursacht die Anwesenheit des Insekts im elektrischen Feld zwischen benachbarten Drähten ein Durchschlagen des Stromes ohne irgendeine Berührung der Drähte. Der Zwischenraum zwischen benachbarten entgegengesetzt geladenen Drähten sollte von der Größenordnung von etwa 6 mm sein, um Moskitos zu töten. Eine Spannung zwischen benachbarten Drähten von etwa 5000 bis 10000 Volt wurde als ausreichend gefunden, sie kann von einem Stufentransformator 62 geliefert werden. Der Lautsprecher allein kann innerhalb dieses Käfigs aus unter Spannung stehenden Drähten angeordnet und von einem entfernten Punkt betätigt werden, oder ein völliges Wiedergabesystem, wie z. B. in Fig. 8, 9 und 10 gezeigt, kann darin eingeschlossen sein.

Um Insekten einer besonderen Art, z. B. eine besondere Art von Moskitos, wie z. B. die malariaübertragende *Anopheles albimanus*, zu vernichten, wird ein einzelnes Weibchen dieser besonderen Art ausgewählt und ihr Ton, wie im vorstehenden dargelegt, aufgenommen. Der aufgenommene Ton

wird in einer geeigneten Weise, z. B. mittels einer der in den Fig. 8, 9 oder 10 dargestellten Vorrichtungen, ausgestrahlt. Die Wiedergabeeinrichtung wird in Verbindung mit einer Moskitofalle, z. B. der in Fig. 11 und 12 dargestellten Art, in einer verseuchten Gegend aufgestellt und bei Sonnenaufgang oder -untergang, wenn diese Moskitart besonders aktiv ist, in Betrieb genommen. In entsprechender Weise wird auch bei der Bekämpfung anderer Insekten verfahren. Das Verfahren gemäß der Erfindung kann im allgemeinen zu einer beliebigen Zeit angewendet werden, auch wenn eine maximale Wirksamkeit nicht erzielt wird, da auf diese Weise die Zahl der Insekten zum mindesten bis zur Infektionsschwelle oder darunter verringert werden kann.

Das Fangergebnis wird gewöhnlich in einem Verhältnis von neun Männchen der Art auf ein Weibchen liegen, es kann aber bei den verschiedenen Arten schwanken. Weibliche Insekten können auch durch Töne angelockt werden, aber aus biologischen Gründen wurde das Anlocken von Männchen durch weibliche Töne als wirksamer gefunden. Es können auch andere als geschlechtliche Rufe, z. B. Nahrungsrufe, verwendet werden. Die Anzahl von in der Falle gefangenen Weibchen wird weit größer als die Zahl sein, welche ohne Anwendung eines Tonköders auf willkürlichem Flug allein vernichtet worden wäre. Dies zeigt an, daß in gewissem Ausmaße Weibchen ebensowohl wie Männchen der Art durch den Ton angelockt werden. Durch Versuche wurde bestimmt, daß bei Verwendung des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung während einer Zeit von 10 Minuten mehr Moskitos gefangen werden als in einer Woche mit einer gewöhnlichen Falle an dem gleichen Ort.

Zusätzlich zu der Verwendung der Erfindung für die Vernichtung bestimmter Insekten in großem Ausmaß kann sie auch zum Privatgebrauch für die Vernichtung von Insekten innerhalb eines begrenzten Raumes in Häusern und Gärten benutzt werden. Wenn beispielsweise eine übliche Rundfunkstation ununterbrochen Moskitoaufnahmen senden würde, könnten gewöhnliche Rundfunkempfänger, welche ausreichend schwach eingestellt sind, um nicht den menschlichen Schlaf zu stören, dazu verwendet werden, um Insekten in in geeigneter Weise angeordnete Moskitofallen oder in Räume oder Gebiete zu locken, welche durch chemische, mechanische oder Strahlungsmittel für die Insekten tödlich sind.

In diesem Zusammenhang soll noch erwähnt werden, daß es eine kritische Tonstärke gibt, über die hinaus Insekten eher abgestoßen als angelockt werden. Um beste Wirksamkeit zu erzielen, sollte die größte ausgestrahlte Tonstärke etwas unterhalb dieser kritischen Stärke am Ort der Insektenfalle liegen.

Der ausgestrahlte Ton kann auch verwendet werden, um Insekten zu verschrecken. Wie oben dargelegt, werden die Insekten verschreckt, wenn eine gewisse Stärke des Insektentones überschritten wird. Wenn eine Schwingung mit einer gewissen

Frequenz verwendet wird, werden überdies Insekten einiger Arten verscheucht. Eine solche Frequenz kann durch Versuche für die besondere Art oder Gattung ermittelt werden. Erwartungsgemäß  
 5 liegt sie höher als die zehnte Harmonische der Grundfrequenz des Tones solcher Insekten, wie es der Fall für eine Coleoptera (Japankäfer) war.

Obwohl nur eine Ausführungsform der Erfindung im einzelnen erläutert und beschrieben wurde,  
 10 wird ausdrücklich betont, daß die Erfindung nicht hierauf beschränkt ist. Verschiedene Änderungen können in der Form und Einrichtung der Teile gemacht werden, ohne aus dem Gedanken und Umfang der Erfindung herauszukommen.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zum Vernichten von Insekten einer bestimmten Art, gekennzeichnet durch  
 20 Einrichtungen zum Aussenden von für diese Insektenart charakteristischen und daher diese Insekten anlockenden Tönen in Verbindung mit Einrichtungen zum Abtönen der auf diese Weise angelockten Insekten.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 zum Abtönen von Insekten eines bestimmten Geschlechts, z. B. des männlichen der zu vernichtenden Insektenart, dadurch gekennzeichnet,  
 30 daß die Einrichtung zum Aussenden von Tönen auf die Aussendung von für das andere Geschlecht dieser Insektenart charakteristischen, die Insekten des zu vernichtenden Geschlechts anlockenden Tönen abgestellt ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
 35 die Aussendeinrichtung zum Aussenden einer Tonaufnahme in Verbindung mit einem Lautsprecher eingerichtet ist.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2,  
 40 dadurch gekennzeichnet, daß die Aussende-

einrichtung eine Anordnung zum Empfang von durch eine Schwingungsform entsprechend dem auszusendenden Ton modulierten Rundfunkwellen, eine Anordnung zum Demodulieren dieser Schwingungsform, eine Anordnung zum  
 45 Verstärken der demodulierten Schwingungsform und einen mit dem Verstärker verbundenen und durch die verstärkte Schwingungsform betätigten Lautsprecher zur Ausstrahlung des Tones umfaßt.

5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Töten der Insekten den Lautsprecher umgibt.

6. Vorrichtung nach den vorhergehenden Ansprüchen unter Verwendung eines für die Insekten hörbaren Locklautes, gekennzeichnet durch Mittel, um die ausgewählten, aufgenommenen, von lebenden Insekten der zu vernichtenden Art während einer Zeit anomaler Tätigkeit erzeugten Signaltöne wiederholt auszusenden, wobei während der Aufnahme der Töne der Insekten hörbare Hochfrequenztöne im Verhältnis zu hörbaren Niederfrequenztönen in dem Ausmaße von etwa 6 Dezibel pro Oktave verstärkt werden und daß die Mittel zum Aussenden der Tonsignale mit Leistungsregelmitteln zur Begrenzung des Volumens des ausgesandten Signals auf zur Verscheuchung der zu vernichtenden Insekten ungenügende Tonvolumenstärken vorgesehen sind, und daß in Verbindung mit diesem Locklaut und in dem Weg der angelockten lebenden Insekten Mittel zur Bewirkung der Vernichtung dieser Insekten angeordnet sind.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
 Deutsche Patentschrift Nr. 681 298;  
 schweizerische Patentschrift Nr. 277 550;  
 USA.-Patentschriften Nr. 2 307 163, 1 962 420.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

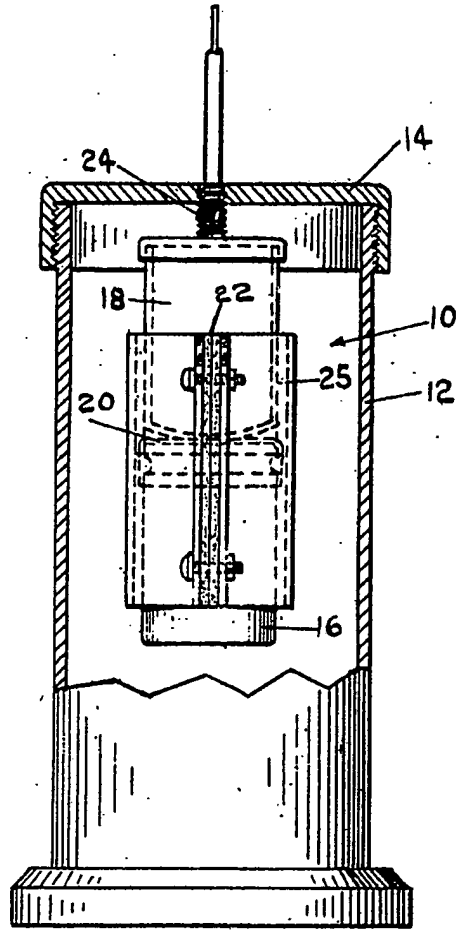


Fig-1

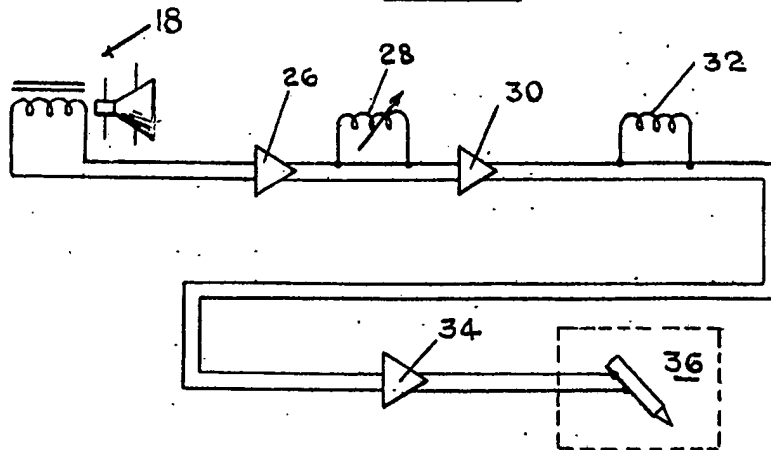


Fig-2

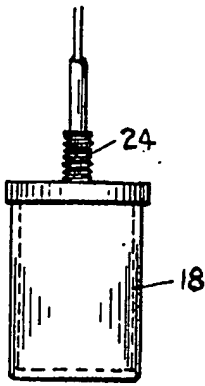


Fig-3

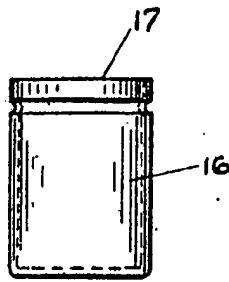


Fig-4

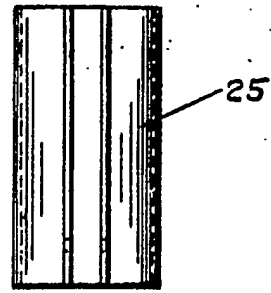


Fig-5

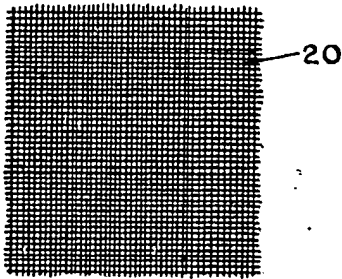


Fig-6

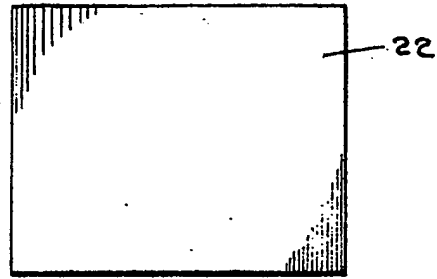


Fig-7

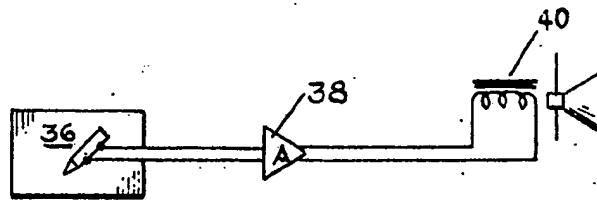


Fig-8

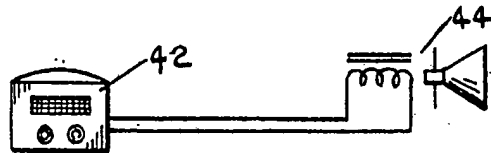


Fig-9

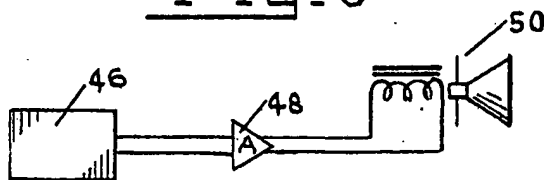
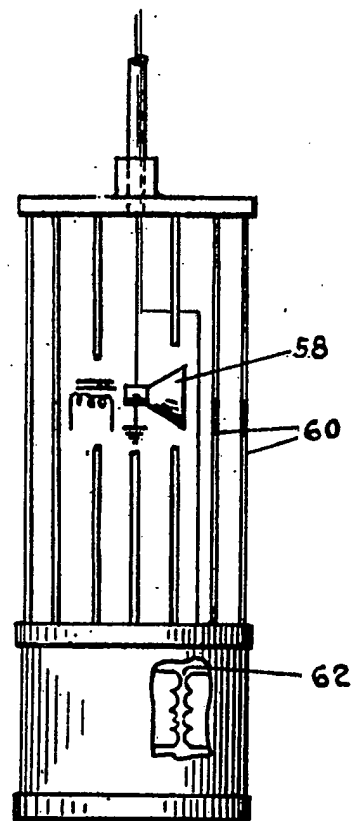
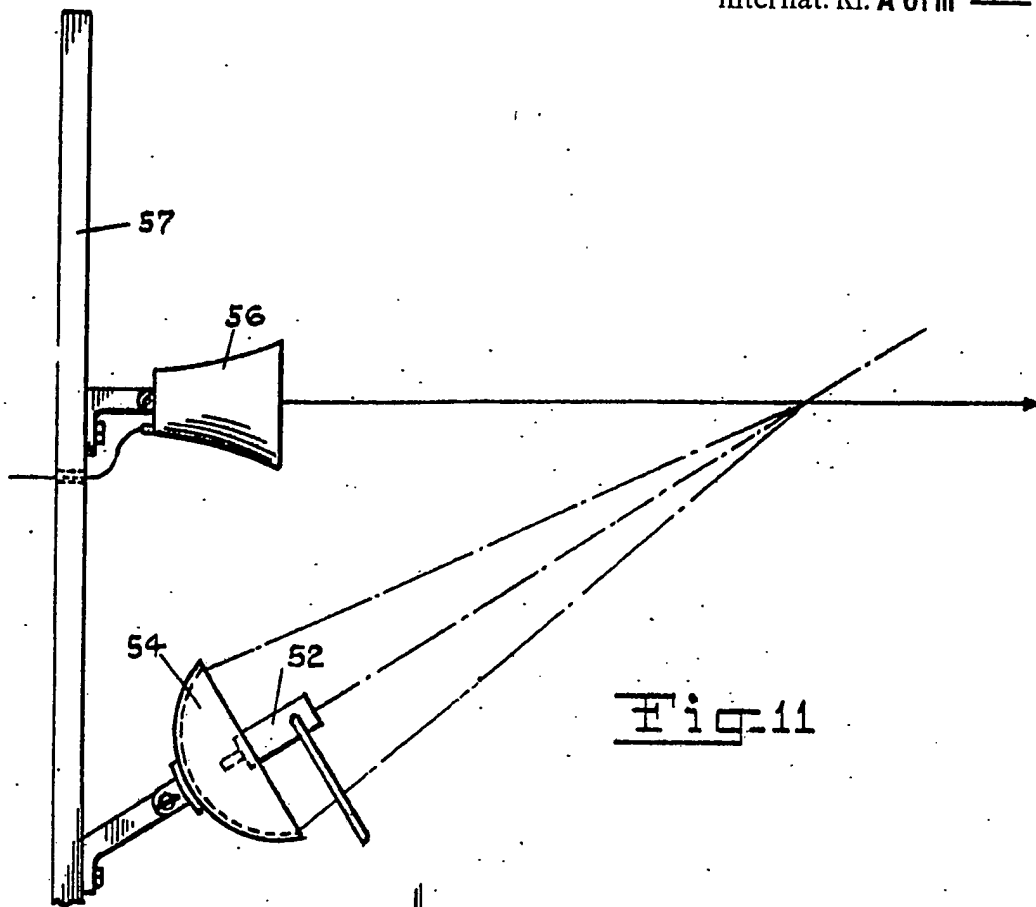


Fig-10





## Device for eradicating certain species of insects

The invention relates to a device for eradicating certain species of insects, for example mosquitoes and other insects which are carriers of diseases or cause the disruption of agricultural harvest, in particular by attracting and killings one gender of the species, for example the male.

According to the invention, devices are provided for emitting sound which is characteristic for this species of insects and therefore attracts these insects, in conjunction with devices for killing the insects which are attracted in this way.

The means employed up to date for eradicating epidemics caused by insects have not been selective, so that beneficial insects, for example honey bees, were eradicated together with harmful insects, for example mosquitoes, flies, locust, etc. This disadvantage is overcome by the present invention.

The sound produced by the insects lies in a frequency range from the lower audible frequencies to ultrasound frequencies. However, there are several species of insects that emit sound composed of fundamental frequencies within the audible range.

In the following description, mosquitoes are described in particular, since these insects are of particular interest because of their ability to transmit many tropical diseases, such as malaria, dengue fever, yellow fever, filariasis and other diseases. However, the methods and devices for eradicating mosquitoes described herein can be modified in a suitable manner to effectively eradicate also other harmful creatures, such as flies, bugs, midges, crickets, grasshoppers, locust, tsetse flies, and other arthropods of medical and agricultural significance.

It has been observed that each insect species within a particular family emits a particular,

identifiable sound, i.e., the different species within a particular insect family emit sounds particular to those species. This presumably applies not only to many species of mosquitoes, but also to many other types of insects. A trained ear can easily recognize different species of mosquitoes, for example, by the produced sound. The sound emitted by the mosquito consists of a fundamental frequency which is rich in harmonics and is typically modulated with a very low frequency. The fundamental frequency of the sound of the different mosquito species is in the lower range of the audible range between approximately 250 and 750 oscillations per second. Up to 15 different frequency bands can be detected in several spectrogram recordings of mosquitoes sounds, with several of these bands being much more pronounced than others. The fundamental frequency is often not the dominant frequency. All mosquito sounds have beat frequencies. Several species exhibit sounds with a simple twitter contribution, while others exhibit a dual twitter modulation. The sound of a male of a particular mosquito species is different from the sound of a female; the dominant frequency is often somewhat higher, whereas the fundamental frequency shows only a very small difference. Male sounds are typically more broken up than female sounds.

The mosquito sounds and their particular modulation is difficult to analyze and amplify because of the high harmonic content. However, it has been shown that the male of a particular mosquito species is more susceptible to sound which contains only the dominant frequency of the sound of the female of the same species.

To attain a satisfactory and effective result when attracting male mosquitoes in a mosquito trap, the actual sound of a female mosquito is used. Because it is difficult to use the directly amplified sound of a female mosquito as a bait means, it has been found to be more advantageous to record the sound of a female mosquito on a record or a tape, wherein the recorded sound can then be amplified and reproduced as desired. A method and a device for recording and reproducing the insects sounds is described hereinafter.

In the drawings, identical reference numerals indicate identical elements.

Fig. 1 is a partial sectional view and a partial elevation of a microphone and sound chamber arrangement.

Fig. 2 is a circuit diagram for recording an insect sound,

Fig. 3 is an elevation of the microphone of Fig. 1,

Fig. 4 is an elevation of the sound chamber of Fig. 1,

Fig. 5 is a retainer clamp for the microphone of Figs. 3 and the sound chamber of Fig. 4,

Fig. 6 is an insect screen for closing the opening of the sound chamber of Fig. 4,

Fig. 7 is an enlarged view onto the acoustic shielding of Fig. 1,

Figs. 8, 9 and 10 are modified devices for reproducing insect sounds,

Figs. 11 and 12 are known effective arrangements for eradicating attracted insects.

Fig. 1 shows a microphone and sound chamber arrangement, designated with a reference numeral 10 and disposed in a container 12 which is closed with a cap 14. This cap is screwed onto the container for acoustically shielding the arrangement from the surrounding atmosphere.

The individual insect whose sound is to be recorded, is placed in the chamber 16 of the arrangement 10, and a microphone 18 is placed close to the opening 17 (Fig. 4) of the chamber to attain an optimal sound transmission effect. To confine the insect in the recording chamber, a fine mesh 20 is placed over the opening between the chamber and the microphone and attached to the chamber in a suitable manner, for example with a rubber band. The sound chamber 16 illustrated in Fig. 4 consists of a glass belljar, the size of which depends on the size of the insect trapped therein, and which should be kept

as small as possible, wherein obviously the required free movement of the insect has to be taken into consideration. The mesh shown in Fig. 6 for covering the chamber should be sufficiently fine to prevent the insect from escaping. The microphone 18 used for recording the sound of the insect can be of the type illustrated in Fig. 3. The microphone is provided with a threaded hollow pin 24 that can be screwed into a threaded center bore in the cap 14, whereby the microphone and the sound chamber arrangement can be easily attached to the cap 14 for placement in the container 12. An acoustic shield 22 which can be flat, as shown in Fig. 7, and made of a material such as rubber, can be placed around the recording chamber 16 and the microphone 18, as shown in Fig. 1, and be held in place by the clamping arrangement 25. This prevents sound energy from leaving the chamber and shields the chamber and the microphone from ambient noise.

Theoretically, the best geometric form for a sound chamber is a sphere, since a sphere has the smallest surface area for the largest internal volume. However, the illustrated cylindrical chamber has the most practical geometric form while still providing satisfactory acoustic properties. Because the energy content of mosquito sound is very small, of the order of  $10^{-13}$  W for several mosquito species, it has been found necessary to insulate the sound chamber with more than 60 dB at 800 oscillations/second which can be achieved with the illustrated sound chamber. If additional acoustic insulation is required, the container 12 can be inserted into an additional wrapping. When designing such a wrapping, the usual sequence of acoustical elements should be observed in order to achieve a greater acoustic efficiency. For example, the outside of the wrapping should be highly reflective for sound, and a strongly sound absorbing material should be applied to achieve the desired acoustic insulation. To convert the insect sound into an electric oscillation with a high efficiency, the ratio between the electric oscillation supplied by the microphone and the interfering noise should be enhanced by further reducing the ambient sound level with the help of an improved acoustic filter.

When selecting the microphone, it is important that it responds well to high frequencies and only moderately to low frequencies and has a geometrical shape suitable to provide a sealed connection with the chamber.

Commercial amplifiers modified for true sound reproduction can be used for amplifying the oscillations recorded by the microphone - for mosquitoes, the overall amplification should be more than 160 dB. The amplifiers should have an optimal ratio of electrical oscillation to interfering noise. The oscillation after the last amplifiers stage should have a ratio of the least 40 dB to provide a good, clear sound emission.

The amplifier and recording system illustrated in Fig. 2 includes typically the recording microphone 18, a pre-amplifier stage 26, an adjustable strong damping element 28, a second amplifier stage 30, a fixed low damping element 32, a third amplifier stage 34 and a recording device 36. The adjustable damping element 28 is used as a damping resistor for the system. The low damping element 32 was included to improve the frequency characteristic of the amplifier system. The frequency response of the amplifier should be somewhat greater at higher frequencies to take into account the spectral energy distribution of mosquito sounds. The high energy fractions are in the higher audible frequency spectrum and have more sound transitions than, for example, the human voice. An amplification of 6 dB per octave was found to be satisfactory.

Excellent recording results were attained by using high-quality recording equipment and recording on commercially available acetate records. However, other suitable recording means, for example magnetic tape, can also be used.

The recording of the mosquito sound or another insect sound should be started after the insect trapped in the sound chamber has chirped several times within several seconds or has emitted its characteristic sounds, which *Anopheles albimanus* do typically at sunrise and sunset. The records with the sound recordings should be removed to prevent repetitive recordings. Selected portions will then be re-recorded by repeating the selected sequence until the record is full. For example, when a record changer is used, the recorded sound can be repeated as many times as desired. A significant number of such recordings has been made and is available.

To attract males and females of an insect species to be eradicated into an insect trap, such recording is played continuously during the normal activity of the targeted insect species, and the recorded sound is amplified and radiated by a high-quality loudspeaker placed behind the trap.

Such a reproduction system is depicted in Fig. 8, consisting of a player 76, a sound amplifier 38 and a loudspeaker 40. If it is desired to use a number of insect traps as bait, then the recording can be transmitted via a radio station and reproduced by a commercial receiver 42 with a loudspeaker 40, as shown in Fig. 9. Fig. 10 shows a system for transmitting an artificial insect sound as generated by a sound generator 46, amplified by the amplifier 48 and radiated by the loudspeaker 50.

Various means and methods can be used for catching and eradicating insect attracted by the transmitted sound. Preferably, the insects are killed by an electric grid, although other eradication methods, for example irradiation, chemical means, such as a insect-killing spray or fog, mechanical means, for instance by squashing, with an adhesive or traps, or by open fire depending on the particular locations, can be more readily applicable. Optionally, if the attracted and eradicated insects are to be examined, then the insects should not be mutilated.

A known ultrasound insect trap that is not part of the invention is illustrated in Fig. 11. An ultrasound generator, for example in an air-operated Hartman pipe 52, is located in the focal point of the focusing reflector 54, which is supported on a support 52 together with a loudspeaker 56 and arranged so that the path of the sound intersects with the path of the insects migrating to the loudspeaker. Ultrasound irradiation of the proper waveform, sound frequency and intensity kills the insect while being harmless for humans and larger animals. Of course, ultrasound generators other than the Hartman pipe can be used instead. Alternatively, an ultrasound sound field that completely encloses the loudspeaker can be produced by several groups of ultrasound generators and reflectors.

Another insect trap that is also not part of the invention is illustrated in Fig. 12. It consists of a loudspeaker 58 which is arranged inside a wire screen consisting of spaced apart wires 60, with a high potential being applied between two respective adjacent wires. The insects are killed when contacting the wires. The potential between two wires can also be increased to a point where the insects are killed without contacting the wires. In this case, it doesn't matter if the insects pass between the wires without contacting a wire or if they contact one or two of the wires. When an insect passes between two spaced apart wires, the voltage first increases to the point where an arc is produced due to the high voltage, whereafter the voltage decreases by, for example, 5%.

Accordingly, the presence of the insect in the electric field between two adjacent wires causes a breakdown, without contacting the wires. The space between adjacent wires having opposite potential should be in the order of approximately 6 mm for killing mosquitoes. A voltage between adjacent wires of approximately 5000 to 10,000 Volt has been found to be sufficient, and this voltage can be supplied by a step-up transformer 62. The loudspeaker can be placed in the cage formed of the electrically energized wires, and can be operated from a remote location, or a complete reproduction system, as shown in Figs. 8, 9 and 10, can be enclosed therein.

In order to eradicate particular mosquito species, for example, the malaria-transmitting *Anopheles albimanus*, a single female of this particular species is selected and its sound recorded, as described above. The recorded sound is radiated in a suitable manner, for example, by using the device illustrated in Figs. 8, 9 or 10. The sound reproduction device together with a mosquito trap, for example a trap of the type illustrated in Figs. 11 and 12, is placed in a mosquito-infested area and operated at sunrise or sundown when this mosquito species is particularly active. Other species of insects are attacked in a similar manner. The method according to the invention can typically be applied at any time, even if the attained effect is not optimal. In this way, the number of insects can at least be reduced to a threshold value below which diseases are no longer transmitted.

Trapping this insect species typically results in a ratio of nine males to one female, but

can be different for different species. A female insect can also be attracted by sound, but attracting males by female sounds has been found to be more effective for biological reasons. However, different gender-specific calls, such as call for food, can also be used. The number of females caught in the trap will be considerably greater than the number that would be eradicated on their flight path if no sound bait were used. This demonstrates that this type of sound attracts females in a similar manner as males. It has been found experimentally that by using the aforescribed method and device, more mosquitoes were caught in about 10 minutes than in a week with a conventional trap at the same location.

In addition to using the invention for eradicating certain insects on a large scale, the invention can also be used in a smaller setting for eradicating insects that are present inside a living space, in houses and yards. For example, when a radio station transmits continuous mosquito recordings, any radio receiver operating at a low-volume setting so as not to disturb persons asleep could be used to attract insects into suitably arranged mosquito traps or into spaces or areas containing chemical, mechanical or radiation means that are lethal for the insects.

It should also be mentioned in this context that there is a critical sound level above which insects are driven away, rather than attracted. For optimal efficiency, the largest radiated sound level should be somewhat below this critical level at the location of the insect trap.

The radiated sound can also be used to drive off insects. As mentioned above, insects are driven off when the insect sound exceeds a certain level. When using an oscillation with a certain frequency, specific species of insects are driven away. This frequency can be experimentally determined for the specific species or family. It is expected that this frequency is higher than the 10<sup>th</sup> harmonic of the fundamental frequency of the sound for those insects, as is the case for a coleoptera (Japanese beetle).

Although only one embodiment of the invention has been described in detail, it should be pointed out that the invention is not limited to this embodiment, and that different



modifications in form and arrangement of the elements can be made without deviating from the concept and scope of the invention.

## Claims

1. A device for eradicating insects of a certain species, characterized by devices for emitting sound that is characteristic for this insect species and therefore attracts these insects, in conjunction with devices for killing the insect attracted in this way.
2. Device according to claim 1, for killing insects of a certain gender, for example the males of an insect species to be eradicated, characterized in that the device emitting the sound is tuned to sounds of the insect species that is characteristic for the opposite gender of the gender that is to be eradicated.
3. Device according to one of the preceding claims, characterized in that the transmitting device for emitting a sound recording is provided in conjunction with a loudspeaker.
4. Device according to claims 1 and 2, characterized in that the transmission device includes an arrangement for receiving radio waves that are modulated by a waveform according to the sound to be radiated, an arrangement for demodulating this waveform, an arrangement for amplifying the demodulated waveform and a loudspeaker connected with the amplifier and operated by the amplified waveform.
5. Device according to claims 1 to 4, characterized in that the device for killing the insect surrounds the loudspeaker.
6. Device according to one of the preceding claims and employing to an attracting sound audible to the insect, characterized by means to repeatedly emit selected recorded signal tones produced by a living insect of the species to be eradicated during a time of anomalous activity, wherein during the recording of the insect sound audible high

frequency sound is amplified in the range of approximately 6 dB per octave relative to audible low-frequency sound, and that the means for transmitting the sound signals are provided with power regulating means for limiting the volume of the radiated signal to a sound volume which is insufficient to drive away the insects to be eradicated, and that means that cause eradication of these insects are provided in conjunction with this attracting sound and located in the path of the attracted living insects.